Aus dem Laboratorium der medizinischen Klinik zu Bonn.

Flatus u. Nachgährungsgase d. Faeces

unter verschiedenen Ernährungsbedingungen.

Inaugural-Dissertation

bei der

Meldung zum Doctorexamen

der

medizinischen Fakultät

der

Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Bonn

im Juni 1897

vorgelegt

von

Paul Königs

aus Siegburg an der Sieg.

ACAD.
LUGD.BAT.
BIBL.

BONN.
Druck von Jean Trapp,
Riftsgasse 19.

ACAD.
LUGD.BAT.
BIBL.

Meinen lieben Eltern

in Dankbarkeit gewidmet!

Die ältesten Analysen der Gase des Verdauungsschlauches stammen einerseits von Marchand[1]), welcher abgegangene Flatus untersuchte, andererseits von Magendie und Chevreul[2]), sowie Chevillot[3]), welche Gase aus dem Darmkanale menschlicher Leichen entnahmen. Diese Untersuchungen fallen jedoch in eine Zeit, wo die gasanalytische Methode von ihrer jetzigen Exaktheit noch weit entfernt war, und noch keine besondere Rücksicht auf die Art der eingenommenen Nahrungsmittel genommen wurde. Ungefähr mit diesen Worten begründete Planer[4]) 1860 seinen Versuch, mit der Bunsen'schen Methode der Gasanalyse über „Die Gase des Verdauungsschlauches und ihre Beziehungen zum Blute grössere Klarheit zu verbreiten. In wie weit ihm das gelungen ist, mag man aus folgendem beurteilen.

Zunächst muss hervorgehoben werden, dass es Planer trotz vielfacher Bemühungen nicht fertig brachte, dem Rectum des lebenden Menschen mit einer Saugpumpe Gase zu entnehmen. Deshalb ging er dazu über, seine

---

1) Marchand: Lehrbuch der phys. Chemie S. 433, Bd. 44. 2. 1848.

Magendie und Chevreul: Note sur les gaz intestinaux de l'homme sain ; Nouveau bulletin d. l. soc. phil. 1814.

3) Chevillot: Recherches sur les gaz de l'estomac et et des intestins de l'homme à l'état de maladie. Gazette, mec. 183[3]. p. 617.

4) Planer, Sitzungsber. d. Wiener Academie, mathem.-naturw. Klasse. Bd. 42. 1860. Die Gase des Verdauungsschlauches und ihre Beziehungen zum Blute.

Versuche an Hunden zu machen, indem er diesen eine bestimmte Nahrung verabreichte, sie eine bestimmte Zeit nachher tötete, die einzelnen Abschnitte des Darmkanales nach Eröffnung der Bauchhöhle unterband, die Darmstücke zur Vermeidung der Diffusion von Gasen mit Oel bestrich; und hierauf die Gase unter Quecksilber aus den Darmabschnitten und dem Magen in Glasgefässe entleerte. Dann unternahm er es, die den einzelnen Abschnitten des Verdauungsschlauches menschlicher Leichen entnommenen Gase zu untersuchen und die Resultate beider Untersuchungen mit einander zu vergleichen.

Endlich stellte Planer Nachgährungsversuche mit den den untersuchten Gasen entsprechenden Faeces der Hunde an, und solche mit frisch entleerten menschlichen Faeces.

Wir wollen hier nur die Resultate seiner Analysen der Dickdarmgase berücksichtigen. In diesem Punkte ergaben nun Planers Versuche, dass sich der fragliche Kohlenwasserstoff, Methan, den die oben citierten französischen Forscher regelmässig fanden, in der Regel in den Dickdarmgasen der Leichen nicht vorfand; nur bei einer Leiche, welche eine Strictur der S-Romanum-Schlinge aufwies, fand sich Methan; Planer schloss hieraus, dass Grubengas sich nur bei längerem Verweilen der Faeces im Darme bilde Im Uebrigen fand er in den Dickdarmgasen der Leichen nur CO_2 und Stickstoff mit oder ohne Spuren von Schwefelwasserstoff.

Die Dickdarmgase der Hunde enthielten dieselben Bestandteile und noch einen Wasserstoffrest, der nach Planer's Ansicht aus den Gährungen im Dünndarm stammte.

In den Nachgährungsgasen frisch entleerter mensch-

licher Faeces (von gemischter Nahrung herrührend) fand Planer ausser Kohlensäure und N nur wenig Methan und Wasserstoff; aus den Dickdarm-Faeces der Hunde entwickelte sich nach dreiwöchentlichem Stehen kein Kohlenwasserstoff.

Nach Planer „bestehen also die Dickdarmgase des Menschen aus CO_2, N u. Sp. SH_2".

Sodann legte E. Ruge [1]) 1861 der Wiener Academie der Wissenschaften seine Untersuchungsergebnisse über die menschlichen Darmgase vor. Seine „Beiträge zur Kenntniss der Darmgase" leitet er mit folgenden Worten ein:

„Die Untersuchung der bei der Verdauung in den verschiedenen Abtheilungen des Darmkanales auftretenden Gase verspricht manche wertvolle Aufschlüsse und Anhaltspunkte zur Lösung der schon vielfach erörterten, aber noch immer nicht erledigten Frage zu geben, wie der im Verdauungsschlauch stattfindende chemische Prozess verläuft und zu deuten ist. Dieselbe hat für diese und verwandte Fragen eine ähnliche Bedeutung, wie Bunsens Analyse der Gichtgase für den rationellen Hochofenbetrieb von Wichtigkeit gewesen sind."

Ruge suchte folgende Fragen zu beantworten:

1. Welche sind die Bestandteile der dem lebenden Menschen im Normalzustande entnommenen Darmgase?

2. Welchen Einfluss üben auf ihre Zusammensetzung die Nahrungsmittel?

3. Welche Zusammensetzung haben die Gase Kranker, besonders solcher, welche an Verdauungsbeschwerden leiden?

Die dritte Frage zu erledigen, war Ruge wegen

---

1) E. Ruge, Beiträge zur Kenntniss der Darmgase, Wiener Sitzungsber., Mathem.-naturw. Klasse Bd. 44. S. 739.

der Kürze der ihm bemessenen Zeit, nicht möglich. Es gelang ihm zunächst Gase aus dem Rectum des Lebenden zu entnehmen und zwar ungefähr nach demselben Modus, den auch wir angewendet haben, weshalb ich seine Beschreibung hier noch nicht ausführen will.

Das erste Ergebnis der Ruge'schen Untersuchungen der Flatus bei gemischter Kost war das, dass die Zusammensetzung der Darmgase bei derselben Versuchsperson grossen Schwankungen unterliegt.

So fand er einmal: CO_2=14. 94 N=45, 31. CH_4= 39,75, H_2=0, ein zweites Mal: CO_2=40 . 51, N=17 . 50, CH_4=19 . 77, H_2=22 . 22. SH_2 fast gar nicht oder nur in Spuren.

Alsdann ging Ruge dazu über, die Flatus bei absoluter Fleisch-Nahrung zu untersuchen.

Dieselben erwiesen sich als Gasgemische von CO_2, CH_4, H_2 u. N: CO_2=13 . 62; N=45 . 96 CH_4=37, 41; H_2=3 . 01.

Aehnliche Resultate ergaben die Flatus, welche sich bei absoluter Leguminosenkost entwickelten z. B. CO_2=38 . 40, N=10 . 67. CH_4=49 . 36 H_2=1 . 57. Ein näheres Eingehen auf diese Resultate soll erst am Schlusse dieser Abhandlung stattfinden.

Dagegen zeigten die Gase, die bei absoluter Milchnahrung gewonnen wurden, bedeutend mehr H_2 und sehr wenig CH_4 (z. B. CO_2=16 . 82. N=38 .38. CH_4= 0 . 92; H_2=43 . 88.)

Ausser seinen Untersuchungen über die Flatus, machte Ruge noch einen Nachgährungsversuch mit frisch entleerten menschlichen Faeces, der den unserigen zum Vorbild diente, und deshalb weiter unten beschrieben wird.

Die Nachgährungsgase bestanden nur aus CO_2= 77,82 und N=22 . 18 und rochen stark nach SH_2.

Indem ich die weitere Erörterung der Litteratur einstweilen unterbreche, um dieselbe am Schlusse der Abhandlung wieder aufzunehmen, gehe ich nun zur Besprechung meiner Versuche über.

Es lag nach den Ergebnissen der beiden eben erwähnten Arbeiten von Planer und Ruge nahe, eine vergleichende Untersuchung über Flatus und Nachgährungsgase von Faeces anzustellen, welche beide von derselben Nahrung herrührten, ferner die Nahrung zu modifizieren, und den Einfluss dieser Modifikation auf die Zusammensetzung der Flatus und der zugehörigen Nachgährungsgase zu untersuchen.

Zur Ausführung dieses Arbeitsplanes wurde ich von dem Herrn Privatdozenten Dr. Schmidt, welcher vorher im hiesigen medizinischen Laboratorium zahlreiche Untersuchungen über die Gährungsbedingungen der Faeces anstellen liess, veranlasst und gleichzeitig mit der nötigen Anleitung versehen.

Versuchsanordnung:

Die Gewinnung der Flatus und der Nachgährungsgase.

I. Die Dickdarmgase wurden in der Weise aufgesammelt, dass die Versuchsperson, wenn sie den bevorstehenden Abgang von Flatus verspürte, sich eine an ihrem Ende ampullenartig aufgetriebene und mit einer Anzahl feiner Oeffnungen versehene Glas- oder Kautschukröhre in den Anus so einführte, dass der Sphincter ani den unterhalb der Ampulle befindlichen Halsteil der Röhre fest und luftdicht umschloss. Dieses Analstück, wie wir es nennen wollen, stand durch einen Kautschukschlauch in Verbindung mit der inneren Glocke eines

Gasbehälters. Letzterer bestand aus einem weiteren äusseren, cylindrischen Gefässe, in welches eine Glocke mit ihrer Oeffnung nach unten eintauchte. Das äussere Gefäss wurde nun mit einer concentrierten Kochsalzlösung gefüllt und, da das obere Ende der inneren Glocke mit dem obenerwähnten Verbindungsschlauche communicierte, so konnte durch Ansaugen mittelst der Wasserstrahlpumpe von hier aus die ganze innere Glocke und der Verbindungsschlauch mit Kochsalzlösung gefüllt werden. Nach der Füllung wurde der Schlauch abgeklemmt und das noch nicht gefüllte Analstück durch Aufgiessen von Wasser luftleer gemacht. War nun das Analstück in das Rectum eingeführt, so wurde die Klemme gelöst, und die Gase traten durch den Verbindungsschlauch in die innere Glocke, durch die in dieser befindliche Flüssigkeitssäule gleichsam herausgesogen. Meist wurde gleich beim ersten Male eine zur Analyse genügende Menge Gas gewonnen. Sonst wurde der Verbindungsschlauch einfach wieder abgeklemmt und Wasser in den Schlauch nachgesogen. So konnte die Aufsammlung wiederholt werden, bis eine genügende Menge der gewünschten Gase gewonnen war. War dies der Fall, so wurde der Verbindungsschlauch abgeklemmt und nun das Gasgemenge in eine graduierte Messbürette hinübergesogen, wo alsdann die weiter unten zu besprechende Analyse der Gase stattfinden konnte.

II. Die Nachgährungsgase, welche mit den zugehörigen Flatus in Rücksicht auf ihre Zusammensetzung verglichen wurden, wurden auf folgende Weise gewonnen.

Die frisch entleerten Faeces wurden in einem mit weiter Oeffnung versehenen Glase mit ausgekochtem destilliertem Wasser, welches aber, um die Gährungserreger nicht abzutöten, wieder auf Körpertemperatur abgekühlt wurde, zu breiiger Consistenz verrührt. In die Oeffnung des Glases wurde sodann ein Gummipfropf mit

Gasleitungsrohr luftdicht eingesetzt, welches unter der inneren Glocke eines ebenfalls mit conc. Cl Na-Lösung gefüllten Gasbehälters mündete, wie er oben beschrieben wurde.

Die in dem Gasableitungsrohre befindliche Luft wurde in der Weise entfernt, dass durch starken Druck auf den Gummipfropf, dünnflüssige Faeces-Masse in das Gasleitungsrohr aufstieg und auf diese Weise die Luft verdrängte.

Die Nachgährungsgase entwickelten sich im Brutschranke, also bei Körpertemperatur. Das Uebersaugen der so gewonnenen Nachgährungsproducte geschah wie bei den Flatus, indem die graduierte ganz mit destilliertem Wasser gefüllte Messbürette mit dem oberen Ende der inneren Glocke des Gasbehälters in Verbindung gesetzt wurde.

III. Drittens wurden einige künstliche Gährungsversuche angestellt, um über die Beteiligung der einzelnen Nahrungsmittel an der Production der Bestandteile der Gährungsgase näheren Aufschluss zu gewinnen. Zu diesem Zwecke wurde ausgegohrene Faecesmasse aus dem Gährungsglase zur Hälfte entleert; dieses 1.) mit einer sterilen 1% gen. Peptonwasserlösung aufgefüllt, und die sich entwickelnden Gase bestimmt.

Nach Ablauf dieser Gährung wurde das Gährungsglas wiederum zur Hälfte ausgeschüttet und nun 2) mit einer sterilen dünnen Stärkelösung aufgefüllt, und hierauf deren Gährungsproducte untersucht.

Die Methode der Gasanalyse:

Zur Analyse der Gase wurde die von Hempel[1]) angegebene Methode benutzt, welche für unsere Zwecke genügend genaue Resultate giebt; die Fehlergrenze geht bis 1 Procent. Bei derselben werden zunächst zwei mit dest. Wasser gefüllte und durch einen Gummischlauch communicierende Glasbüretten verwandt; (deren genauere Beschreibung s. Hempel S. 21); von diesen ist die eine, die Messbürette, graduiert und trägt an ihrem oberen fein auslaufenden Ende ein Verbindungsstück, welches sich sowohl mit dem oben beschriebenen Gasbehälter, als mit den gleich zu besprechenden Gas-Pipetten verbinden lässt. Die andere Bürette, die Niveaubürette, besteht aus einer einfachen, offenen, cylindrischen Röhre von Glas, durch deren Senken oder Heben das Flüssigkeitsniveau in den beiden Büretten verändert wird und dadurch in die graduierte Messbürette entweder Gas hineingesogen oder aus derselben Gas hinaus gedrängt wird.

Die eigentliche Analyse der Gase gestaltete sich nun weiter folgendermassen:

Nachdem das gewonnene Gas in die Messbürette hinübergesogen, wurde sein Volumen abgelesen, also erstens seine Menge bestimmt.

Sodann zweitens die einzelnen Bestandteile der Gase analysirt.

Die Bestandteile wurden getrennt:

1) durch nach einander folgende Absorption derselben und darauf folgende Messung.

---

1) Gasanalytische Methoden von Prof. Hempel. Braunschweig 1890. Verlag von Fr. Vieweg und Sohn.

2) Durch Verbrennung und volumetr. Bestimmung der Verbrennungsproducte.

Die Temperatur betrug bei den Bestimmungen durchschnittlich 15° C. und konnte unberücksichtigt bleiben, weil die Versuche nur 1½ Stunden in Anspruch nahmen und da es weniger auf absolute Bestimmungen, als auf Vergleichswerte ankam, wurde der Barometerstand ebenfalls nicht besonders berücksichtigt.

Nach diesem Plane wurde also zunächst die gemessene Gasmenge in eine mit Kalilauge gefüllte Absorptionspipette getrieben. Diese (cf. Hempel pg. 33 u. 39) besteht aus zwei durch eine Uförmige Glasröhre communicierenden Glaskugeln, von denen die erstere ganz mit Kalilauge gefüllt ist, die zweite nur zum Teil, damit die Kalilauge beim Eindringen der Gase in die zweite Kugel entweichen kann. In dieser Absorptionspipette wurde das eingetriebene Gas sodann ordentlich mit der Kalilauge geschüttelt und dann in die Messbürette zurückgesogen wodurch etwa vorhandene Kohlensäure bestimmt werden konnte.

Hierauf wurde das Gas in eine zweite ebenso construirte Absorptionspipette eingeleitet, welche mit pyrogallussaurem Kali gefüllt war, und hier durch mindestens 5 Minuten langes Schütteln die etwa vorhandene Sauerstoff-Menge absorbiert und hiernach, wie oben bestimmt.

Die Bestimmung der brennbaren Gase geschah durch Verpuffung in der Explosionspipette. Dieselbe besteht aus einer dickwandigen, gläsernen Explosionskugel und einer Niveaukugel, welche durch einen übersponnenen Gummischlauch mit einander verbunden sind. Die Explosionskugel hat an ihrem oberen Pole zwei ca. 2mm. von einander abstehende Platindrähte eingeschmolzen, welche die Zündung der Gase durch den electrischen Strom vermitteln. Die Funken für die Explosion

lieferte uns ein Rumkorff'scher Funkeninductor von 15 cm. Länge.

Die Explosionspipette wird am besten mit Quecksilber gefüllt, weil bei starkem Explosionsdruck reichlicher gebildete CO_2 im Wasser absorbiert werden kann und dadurch die Bestimmungen der CO_2 weniger genau werden können. Für unsere Zwecke genügte auch hier das destillierte Wasser.

Da die Explosion der Gase bei einfachem Zusatz von Sauerstoff fast niemals gelang, so wurde ausser O_2 zur Beförderung der Explosion eine vorher bestimmte Menge Knallgas zu den explosiblen Gasen zugesetzt. Das Zusatzgemenge bestand also aus Knallgas, viel O_2 und ausserdem aus einer kleinen Menge Stickstoff. Nach erfolgter Explosion wurde das restierende Gas wieder in die Messbürette zurückgesogen und die Grösse der stattgehabten Contraction abgelesen.

Von der erhaltenen Contractionsgrösse wurde zunächst die zugesetzte Knallgasmenge abgezogen; alsdann wurde das restierende Volumen Gas in die erste mit Kalilauge gefüllte Absorptionspipette hinübergetrieben. Nach Absorption der etwa bei der Verpuffung gebildeten CO_2, wurde wieder in die Messbürette zurückgesogen, die absorbierte CO_2-Menge bestimmt und aus ihr die Contractionsgrösse für das verbrannte Methan, CH_4, berechnet. 1 Vol. Methan braucht zur Verbrennung 2 Vol. Sauerstoff und bildet 1 Vol. CO_2:

$$CH_4 + 2O_2 = CO_2 + 2H_2O.$$

Die Contractionsgrösse für CH_4 ist also das doppelte der bei der Verpuffung gebildeten CO_2. Die Sumpfgasmenge selbst ergiebt sich aus der gebildeten CO_2-Menge; sie ist gleich gross.

Der Rest der Contraction fiel auf verbrannten Wasserstoff zu $^2/_3$; $^1/_3$-Sauerstoff. Hierauf wurde in vielen

Fällen noch der aus dem Zusatzgemenge restierende Sauerstoff in der Pipette mit pyrogallussaurem Kali absorbiert und der nicht absorbierbare Rest als Stickstoff bestimmt.

Dieser Stickstoff bestand erstens aus der bei der Versuchsanordnung beigemengten resp. trotz aller Vorsichtsmassregeln in unsere Apparate hinein diffundierten Luft. Um diesen Antheil zu berechnen, hatten wir nur nötig, aus dem gefundenen O_2 den Luft-N nach dem Verhältnis 21 O_2 : 79 N zu berechnen; denn der O_2 der verschluckten oder mit den Speisen in den Verdauungstractus gelangten Luft, verschwindet schon nach kurzer Zeit, aus Magen und Darmanfang, da er sehr schnell ins Blut diffundiert und kann somit im Dickdarme resp. in den Faeces nicht mehr erwartet werden. Ein zweiter N-Anteil war mit dem explosiven Gaszusatzgemenge eingeführt. Diese beiden Stickstoffgrössen konnten als den Gasen nicht zugehörig ohne weiteres eliminiert werden.

Ein dritter Anteil freien Stickstoffs war dagegen als eigentlicher Gasbestandteil aufzufassen; derselbe wurde aber aus Gründen, die ich gleich erörtern werde, auch in Abzug gebracht bei der procentischen Berechnung der Zusammensetzung der Gase.

Ich will noch bemerken, dass zur Explosion meist nur ein Teil der brennbaren Gase verwandt wurde. Denn zu einer guten Explosion muss den Gasen ungefähr die achtfache Menge O_2 zugesetzt werden und zweitens soll nach Bunsen das Verhältnis der brennbaren Gase zu den nicht brennbaren die Zahl 25—37 : 100 nicht übersteigen, wenn eine zu starke Erhitzung vermieden werden soll, welche eine Verbrennung von N im Gefolge haben könnte.

Ausserdem konnte so mit dem aufgesparten Teil der brennbaren Gase ein zweiter Explosionsversuch zur Kontrole angestellt werden.

Die Berechnung der brennbaren Gase geschah in der Weise, dass von dem angewandten Volumen erstens CH_4 gleich der durch die Explosion gebildeteten CO_2-Menge abgezogen wurde, zweitens der berechnete H_2, die der bestimmten O_2-Menge entsprechende Luft-N-Grösse. Es blieb dann der freie Stickstoff übrig.

Die für das angewandte Volumen brennbarer Gase gefundenen Werte wurden selbstverständlich auf die Gesamtheit der vorhandenen brennbaren Gase (nebst N) verrechnet.

Der SH_2-Gehalt wurde in keiner der Analysen wegen seiner geringen Menge quantitativ berücksichtigt

---

Versuche:

Eine zuverlässige Person, welche zudem durch mikroskopische Untersuchung der Faeces kontroliert wurde, erhielt in verschiedenen Perioden nachfolgende Diätformen. Als Grundlage für die Versuche wurde die Fleisch-Fett-Nahrung gewählt. Der Kot wurde durch Carmin abgegrenzt; der rotgefärbte Kot aber nicht zur Untersuchung verwandt, sondern erst der folgende. Diarrhoische Stühle wurden ebenfalls von der Nachgährung ausgeschlossen. Die dem Kot jedesmal entsprechenden Flatus wurden auf die oben beschriebene Weise gesammelt.

In den Tabellen findet sich:

1. Die absolute Zusammensetzung, die ursprüngliche Volum-Angabe.

2. Die procentische Berechnung nach Abzug der Luft (O_2 und entsprech. N) und des gefundenen freien Stickstoffes. Dieser letztere wurde deshalb in Abzug gebracht, weil derselbe nach den bisherigen Erfahrungen Luft-

Residuum oder vom Blute her diffundiert ist, d. h. an Ort und Stelle nicht entwickelt wurde.[1])

A. Absolute Fleisch-Fett-Diät.

I. Periode derselben vom 14.—20./III.

Faeces und Flatus vom 20.III. wurden untersucht.

I. Versuch[2]);

Flatus vom 20. III.

Angewandtes Volumen	71.1
Nach Absorption der CO_2 durch Kalilauge	65.8
$5.3 = CO_2$	
Nach Absorption des O_2 durch pyrogalluss. Kali	61.8
$4.0 = O_2$	
+	
$15.0 = N_2$ = d. gefund. O_2 entspr.	
19.0 = Luft.	
Zur Explosion angewandtes Volumen	15.0
Zusatzgemenge	81.8
Explosibles Gemisch	96.8
Nach der Explosion	64.5
32.3 = Contraction.	
Nach Absorption der gebild. CO_2 durch KOH	63.8

Berechnung des Wasserstoffs:

$0.7 = CO_2 = CH_4$

32.3 = Gesamt-Contraction

1.4 = Contr. für CH_2

27.5 = Contr. für Knallgas d. Zusatzgemenges

$3.4 : 3 = 1.13$

$2,3 = H$

1) Eine dritte Möglichkeit wäre übrigens die, dass er wirklich ein Gährungsproduct ist. Hierauf einzugehen ist hier nicht der Ort.

2) Derselbe ist etwas ausführlicher als die anderen beschrieben.

Die Zusammensetzung der angewandten Vol. 15.0 ist mithin:

CH_4=07
H_2=2.3
freier N=8.4
Luft N=3.6

Resultat		in %	
1)	5.3=CO_2	2)	30.2 CO_2
	2.9=CH_4		16.6 CH_4
	9.4= H_2		53.2 H_2
	34.5=freier N		
	19.0=Luft.		

II. Versnch:

Faes cevom 20./III. 97 vergohren mit Aq. dest., untersucht am 23. III.

		Resultat:	
Angewandtes Volumen=	29.8	1)	5.6=CO_2
Nach Absorpt. der CO_2	24.2		11.5=CH_4
Nach Absorption des O_2	24.1		7.3=H_2
Zur Explosion angew. Vol.	24.1		4.9=fr. N
Zusatzgemenge	72.5		0.5=Luft
			in Procent:
Explosibles Gemisch	96.6	2)	23.0 CO_2
Nach der Explosion	38.6		47.1 CH_4
Nach Absorpti. d. gebild.CO_2	27.1		29.9 H_2

II. Periode der Fleisch-Fett-Diät 27. III.—31. III.
29. III. Faeces nach 48 Std. fast nichts vergohren

III. Versuch.

		Resultat:	
30. III. Flatus. Vol.	96.4	1)	8.4=CO_2
Nach Absorpt. d. CO_2	88.0		5.3=CH_4

Nach Absorpt. des O_2	87.6	6.0= H_2
Zur Explosion angew. Vol.	16.0	1.9=Luft
Zusatzgemenge	51.6	76.8=freier N
		in Procent:
Explosibles Gemisch	67.6	47.6=CO_2
Nach der Explosion	48.2	19.0=CH_4
Nach Absorpt. d. gebild. CO_2	47.6	33.4= H^2

IV. Versuch.

		Resultat:
Flatus vom 31. III.	Vol. 51.6	2.2=CO_2
Nach Absorption der CO_2	49.4	0.3=CH_4
Nach Absorption des O_2	49.0	6.3=H_2
Zur Explosion angewandtes Vol.	49.0	40.9=freier N
Zusatzgemenge	46.8	1.9=Luft
		in Procent:
Also explosibles Gemisch	95.8	24.9=CO_2
Nach der Explosion	70.4	3.3=CH_4
Nach Absorption der CO_2	70.1	71.8=H_2

V. Versuch.

		Resultat:
Faeces v. 31. III. nach 48 Stden.		
vergohren	Vol. 40.8	5.6=CO_2
Nach Absorpt. der CO_2	3.52	18.7=CH_4
Nach Absorpt. des O_2	35.2	11.0=H_2
Zur Explosion angew. Vol.	35.2	5.5=fr. N
Zusatzgemenge	61.4	
		in Procenten:
Demnach explosibl. Gemisch	96.6	15.8=CO_2
Nach der Explosion	34.8	53.0=CH_4
Nach Absorpt. der CO_2	16.1	31.2=H_2

A. III. Periode der absoluten Fleisch-Fett-Diät vom 20.—23. IV.

Flatus 22. III. Vol. 59.2 nicht verwertbar, weil die Werte für CH_4 und H_2 innerhalb der Fehlergrenze liegen.

VI. Versuch.

Faeces 23. III. nach 24 Stden. vergohren.

		Resultat:
Angewandtes Vol.	28.8	5.9=CO_2
Nach Absorpt. der CO_2	22.9	12.8=CH_4
Nach Absorption des O_2	22.5	4.3=H_2
Zur Explosion angew. Vol.	7.9	3.9=fr. N.
Zusatzgemenge	91.8	1.9=Luft.
		in Procent:
Explosibles Gemisch	99.7	25.7=CO_2
Nach d. Explosion	72.5	55.6=CH_4
Nach Absorpt. der CO_2	68.0	18.7=H_2
Nach Absorpt. des O_2	14.0	

Diese Faeces wurden dann noch zu experimentellen Versuchen verwandt. (cf. sub. E.)

Als Mittelwerte der Analysen der Flatus und Nachgährungsgase der Faeces bei absoluter Fleisch-Fett-Kost (A. I. II. u. III.) ergeben sich:

ür Faeces-Nachgährungsgase:	Für Flatus:
21.5%=CO_2	34.2%=CO^2
51.9%=CH_4	13.0%=CH_4
26.6%=H^2	52.8%=H^2

Ueberblicken wir die gefundenen Resultate dieser 3 Versuchsperioden, so zeigt sich zunächst, dass Flatus und Nachgährungsgase von Faeces im Allgemeinen dieselbe qualitative Zusammensetzung haben; dass beide CO^2 CH^4, H_2 und N enthalten.

SH^2 war ausserdem in den Nachgährungsgasen meist deutlich nachweisbar, dagegen fast gar nicht in den Flatus:

Ferner ist es auffallend, dass die Flatus quantitativ immer mehr H_2 enthalten, als CH_4, was mit den Resultaten von Ruge nicht übereinstimmt, der mehr CH_4 fand als H_2. Dagegen entwickelte sich bei den Nachgährungen stets viel CH_4, sehr wenig H_2

Ausserdem zeigen die Nachgährungsgase hinsichtlich ihrer quantitativen Zusammensetzung eine grössere Constanz als die zugehörigen Flatus; hieraus dürfte wohl folgern, dass die Flatus im Darme unter Bedingungen sich befinden, welche eine mehr oder minder grosse Veränderung in der quantitativen Zusammensetzung zu bewirken im stande sind.

Der N der Flatus und Nachgährungsgase wurde als Luft-Stickstoff angesehen; allerdings entspricht demselben nicht die ermittelte O-Menge, diese ist zu klein und es wurde daher mit Ruge angenommen, dass der dem N entsprechende O z. T. absorbiert ist.

B. Fleisch-Fett-Diät mit leicht assimilierbaren Kohlehydraten.

I. Periode vom 23—24. IV. 97.

Fleisch-Fett-Milch.

Faeces vom 24. IV. fettig, hell, deutlich vom Fleischkot zu unterscheiden, nach 2 Tagen nichts vergohren.

Dieselben wurden zu weiteren experimentellen Versuchen mit Peptonwasser und hernach mit Stärke versetzt. (cf. sub E.)

Flatus wurden nicht produciert.

II. Periode vom 11.—14. IV, 97.

Fleisch-Fett-Kartoffelbrei (und Milch.)

(Die Milch $^3/_8$ l. wird nur in den ersten 2 Tagen genommen.)

Der erste Kot v. 11. IV. 97 vergährt nicht nach 24 Std. Uebergangskot wurde weggelassen. Der zweite Kot vom 12. IV. 97 vergährt nach 24 Std. = 43,1 Vol.

VII. Versuch.

Faeces vom 12. IV. 97.

		Resultat:
Angewandtes Volumen	43.1	12.0=CO_2
Nach Absorption der CO_2	31.1	24.3=CH_4
„ „ des O_2	30.7	4.9=H_2
Zur Explosion angew. Vol.	10,0	— =fr. N
Zusatzgemenge	90.3	1.9=Luft
		in Procent:
Explosibles Gemisch	100.3	29.1=CO_2
Nach der Explosion	59.9	59.0=CH_4
Nach Absorption der CO_2	52.0	11.0=H_2
„ „ des O_2	11.1	

VIII. Versuch.

Flatus vom 12. IV. ca. 200 cbm., enthalten aber viel Luft beigemengt.

		Resultat:
Angewandtes Volumen	100.5	6.0=CO_2
Nach Absorption der CO_2	94.5	1.6=CH_4
Nach Absorption des O_2	80.8	18.2=H_2
Zur Explosion angew. Vol.	15.1	9.6=fr. N
Zusatzgemenge	85.3	65.1=Luft.
		in Procent:
Explosibles Gemisch	100.4	23.2=CO_2
Nach der Explosion	73.6	9.6=CH_4
Nach Absorption des CO_2	73.3	67.2=H_2
Nach Absorption des O_2	21.0	

IX. Versuch.

B. II. Fleisch-Fett-Kartoffel-Brei.

Faeces vom 13. IV. 97 vergohren erst nach 2 Tagen Vol. 37.2.

		Resultat:
Angewandtes Volumen	37.2	6.3=CO^3
Nach Absorption der CO_2	30.9	22.9=CH_4
Nach Absorption des O_2	30.5	2.7=H_2
Zur Explosion angew. Vol.	10.0	3.4=freier N.
Zusatzgemenge	90.2	1.9=Luft.
		in Procenten:
Explosibles Gemisch	100.2	19.7=CO_2
Nach d. Explosion	61.6	71.9=CH_4
Nach Absorption d. CO_2	54.1	8.4=H_2
Nach Absorption d. O_2	11.8	

X. Versuch.

B. II. Fleisch-Fett-Kartoffel.

		Resultat:
Flatus vom 13. IV. 97 Vol.	35.3	
Angewandtes Volumen	35.3	3.9=CO_2
Nach Absorption der CO_2	31.4	4.4=CH_4
Nach Absorption des O_2	30.6	15.3=H_2
Zur Explosion angew. Vol.	9.8	7.9=freier N.
Zusatzgemenge	50.3	3.8=Luft.
		in Procent:
Explosibles Gemisch	60.1	16,5=CO_2
Nach der Explosion	37.7	18.6=CH_4
Nach Absorption d. CO_2	36.3	64.9=H_2
Nach Absorption d. O_2	9.2	

Als Mittelwerte findet man bei Fleisch-Fett-Kost mit wenig leicht assimilierbaren Kohlehydraten:

I. für Nachgährungsgase d. Faeces.	II. für Flatus.
24.4=CO_2	19,9=CO_2
65.5=CH_4	14.1=CH_4
10.1=H_2	66.0=H_2

Gegenüber der Zusammensetzung der Gase bei reiner Fleisch-Fett-Kost ist besonders bei den Flatus eine bedeutende Abnahme des freien Stickstoffes wahrzunehmen. Sonst bieten diese Gase keine erheblichen Unterschiede in der Zusammensetzung im Vergleich zu denen bei absoluter Fleisch-Fett-Nahrung.

C. Fleisch-Fett-Diät m. reichlicher Kohlehydratzulage

I. Periode v. 6. IV.—9. IV. 97.

Die Nahrung bestand aus Fleisch, 2 grossen Portionen Kartoffelbrei, 3/8 l. Milch und 2 Semmeln.

Uebergangs-Faeces vom 7. IV. vergähren, werden aber nicht untersucht.

XI. Versuch.

1. Flatus vom 7. IV. ca. 100,0 cbcm.

		Resultat:
Angewandtes Volumen	98,7	21.3=CO_2
Nach Absorption der CO_2	77.4	4.3=CH_4
Nach Absorption des O_2	77.0	52.0=H_2
Zur Explosion angew. Vol.	10.8	19.2=fr. N
Zusatzgemenge	85,6	1.9=Luft
		in Procent.
Explosibles Gemisch	96.4	27.5=CO_2
Nach der Explosion	63.5	5.5=CH_5
Nach Absorption der CO_2	62.9	67.0=H_2

XII. Versuch.

2. Flatus vom 8. IV. 97 100.0 cbcm.

		Resultat:
Angewandtes Volumen	100.0	19.3=CO_2
Nach Absorption der CO_2	80.7	8.3=CH_4
Nach Absorption des O_2	79.0	45.9=H_2
Zur Explosion angew. Vol.	10.5	18.4=fr. N
Zusatzgemenge	89.0	8.1=Luft
		in Procent:
Explosibles Gemisch	99.5	26.3=CO_2
Nach der Explosion	66.7	11.3=CH_4
Nach Absorption der CO_2	65.6	62.4=H_2

XIII. Versuch.

3. Faeces vom 8. IV. 97 nach 24 Std. stark vergohren.

		Resultat:
Angewandtes Volumen	59.5	21.7=CO_2
Nach Absorption der CO_2	37.8	28.7=CH_4
Nach Absorption des O_2	37.7	7.8=H_2
Zur Explosion angew. Vol.	10.1	0.8=fr. N
Zusatzgemenge	90.4	0.5=Luft.
		in Procent:
Explosibles Gemisch	100.5	37.3=CO_3
Nach der Explosion	59.9	49.3=CH_4
Nach Absorption der CO_2	52.2	13.4=H_2

XIV. Versuch.

4. Faeces vom 9. IV., nach 24 Std. vergohren.

		Resultat:
Angewandtes Volumen	66.4	17.4=CO_3
Nach Absorption der CO_2	49.0	36.0=CH_4
Nach Absorption des O_2	48.6	9.2=H_2
Zur Explosion angew. Vol.	10.0	1.9=fr. N
Zusatzgemenge	90.3	1.9=Luft.

		in Procent:
Explosibles Gemisch	100.3	27.8=CO_2
Nach der Explosion	60.5	57.4=CH_4
Nach Absorption der CO_2	53.1	14.8=H_2

C. II. Periode vom 31. III.—4./IV. 97.

Die Nahrung bestand aus Fleisch-Fett, Milchreis ca. 300 gr. u. 3/8 l, Milch,

Der erste Kot dieser Nahrung vom 1. IV. war noch roth, also Uebergangskot, vergohr in Gährungsröhrchen stark, wurde sonst nicht verwertet.

Der 2. Kot vom 2. IV. vergohr nicht nach 24 Stunden.

Der 3. Kot vom 3./IV. war ziemlich hart, stinkend vergohr nach 24 Stunden, und nochmals nach weiteren 24 Stunden.

XV. Versuch.

Flatus vom 2. IV.

		Resultat:
Angewandtes Volumen	93.2	8.7=CO_2
Nach Absorption der CO_2	84.5	1.3=CH_4
Nach Absorption des O_2	83.7	46.2=H_2
Zur Explosion angew. Vol.	12.5	33.2=fr. N.
Zusatzgemenge	85.8	3.8=Luft.
		in Procent:
Explosibles Gemisch	98.3	15.4=CO_2
Nach der Explosion	76.8	2.4=CH_4
Nach Absorption d. CO_2	76.7	82.2=H_2

XVI. Versuch.

Flatus vom 3. IV. Vol. 52.5		Resultat:
Angewandttes Volumen	52.5	4,5=CO_2
Nach Absorption der CO_2	48.0	2.5=CH_4
Nach Absorption des O_2	46.4	14.4=H_2

Zur Explosion angew. Vol.	14.6	23.5=fr. N.
Zusatzgemenge	79.3	7.6=Luft.
		in Procent:
Explosibles Gemisch	93.9	21.3=CO_2
Nach der Explosion	75.4	11.3=CH_4
Nach Absorption der CO_2	74.6	67.4=H_2

XVII. Versuch.

Faeces vom 3. IV.

a. Der oben bereits erwähnte dritte Kot dieser Periode, vergohr nach 24 Std.

		Resultat:
Angewandtes Volumen	27.2	10.0=CO_2
Nach Absorption der CO_2	17.2	7.7=CH_4
Nach Absorption des O_2	17.2	5.1=H_2
Zur Explosion angew. Vol.	17.2	4.4=fr. N.
Zusatzgemenge	79.0	— =Luft
		in Procent:
Explosibles Gemisch	96.2	43.9=CO_2
Nach der Explosion	63.0	33.7=CH_4
Nach Absorption der CO_2	55.3	22.4=H_2

b. Derselbe Kot vergohr nach weiteren 24 Std. und lieferte 31.8 cbcm. Gase.

		Resultat:
Angewandtes Volumen	31.8	9.0=CO_2
Nach Absorption der CO_2	22.8	14.5=CH_4
Nach Absorption des O_2	22.8	6.7=H_2
Zur Explosion gebr. Vol.	22.8	1.6=fr. N
Zusatzgemenge	73.6	— =Luft.
		in Procent
Explosibles Gemisch	96.4	29.8=CO_2
Nach der Explosion	48.0	48.0=CH_4
Nach Absorption der CO_2	33.5	22.2=H_2

Als Mittelwerte ergeben sich aus dieser und der vorhergehenden Versuchsperiode (C. I. und C. II) für

I. Nachgährungsgase:	II. für Flatus:
34.7=CO_2	22.6=CO_2
47.1=CH_4	7.7=CH_4
18.2=H_2	69.7=H_2

Vergleicht man die Nachgährungsgase dieser Versuchsreihe (C), bei der Fleisch-Fett mit ziemlich reichlicher Kohlehydratbeigabe verabreicht wurde, mit derjenigen der Versuchsreihen A und B, bei denen Fleisch-Fett, bz. dazu wenig Kohlehydrate gegeben wurden, so ist zunächst eine Zunahme der CO_2-Bildung zu constatieren, eine entsprechende Abnahme der CH_4-Bildung, eine stärkere Säuerung des Faeces ist natürlich die Begleiterscheinung.

Bei den Flatus dieser Versuchsreihe C. ist ebenfalls eine Verringerung der CH_4-Ausscheidung bemerkbar, so, dass zuweilen, wie die absolute Zusammensetzung ausweist, nur Spuren von CH_4 oder fast gar kein Methan nachgewiesen werden konnte.

Die Wasserstoff-Ausscheidung ist sehr reichlich, weniger die CO_2-Production.

Stickstoff war in den Nachgährungsgasen wenig vorhanden, aber reichlicher in den Flatus.

Die in Versuch XVII nach 24stündiger Vergährung untersuchten Gase enthielten weniger CH_4 u. mehr CO_2 als die nach 48stündiger Gährung untersuchten Gase derselben Faeces.

Es scheint also das CO_2 liefernde Material schneller zu vergähren, als das CH_4 bildende.

D. Gemischte Nahrung.

I. Periode 4. IV.—6. IV. 97.

Die Nahrung bestand aus Fleisch-Fett und reichlicher Kohlehydratbeigabe verschiedener Art: Reis, 2—3 Semmeln, ferner aus 3/8 l. Milch.

Der Uebergangskot war diarrhoisch und wurde daher nicht untersucht.

1. Kot vom 5. IV. vergährt im Gährungsröhrchen, ist stark sauer.

XVIII. Versuch.

Flatus vom 5. IV.

		Resultat:
Angewandtes Volumen	41.6	4.8=CO_2
Nach Absorption der CO_2	36.8	—=CH_4
Nach Absorption des O_2	36.4	29.6=H_2
Zur Explosion angew. Vol.	10.6	5.3=N
Zusatzgemenge	85.9	1.9=Luft
		in Procent
Explosibles Gemisch	96.5	14.0=CO_2
Nach der Explosion	72.6	— =CH_4
Nach Absorption der CO_2	72.6	86.0=H_2

XIX. Versuch.

Der 2. Kot dieser Periode vom 6. IV. vergohr nach 18 Std.

		Resultat:
Angewandtes Volumen	42.6	33.0=CO_2
Nach Absorption der CO_2	9.6	1.8=CH_4
Nach Absorption des O_2	9.6	1.0=H_2
Zur Explosion angew. Vol.	9.6	6.8=N
Zusatzgemenge	89.9	—=Luft
		in Procent
Explosibles Gemisch	99.5	92.3=CO_2

Nach der Explosion	72.4	5.0=CH_4
Nach Absorption d. CO_2	70.6	2.7=H_2

II. Periode der gemischten Kost vom 12./13. III.

Die Nahrung bestand aus gemischter Kost (Fleisch, Semmel und grünem Gemüse (Kohl).

XX. Versuch.

Faeces vom 12. III. vergohren nach 24 Std. ziemlich stark.

		Resultat:
a) Angewandtes Volumen	99.8	77.3=CO_2
Nach Absorption der CO_2	22.5	10.5=CH_4
Nach Absorption des O_2	21.9	6.6=H_2
Zur Explosion angew. Vol.	21.9	2.6=fr. N
Zusatzgemenge	71.3	2.8=Luft.
		in Procent
Explosibles Gemisch	93.2	81.9=CO_2
Nach der Explosion	39.2	11.1=CH_4
Nach Absorption der CO_2	28.7	7.0=H_2

b) Dieselben Faeces liefern nach weiteren 24 Std. wiederum Gährungsgase.

		Resultat:
Angewandtes Volumen	51.8	31.2=CO_2
Nach Absorption der CO_2	20.6	10.0=CH_4
Nach Absorption des O_2	20.1	8.1=H_2
Zur Explosion angew. Vol.	20.1	0.1=fr. N.
Zusatzgemenge	74.6	2.8=Luft.
		in Procent:
Explosibles Gemisch	94.7	63.4=CO_2
Nach der Explosion	38.2	20.2=H_4
Nach Absorption der CO_2	28.2	16.4=H_2

XXI. Versuch.

Flatus vom 12. III.

		Resultat:
Angewandtes Volumen	48.0	5.4 = CO_2
Nach Absorption der CO_2	42.6	2.9 = CH_4
Nach Absorption des O_2	42.0	37.0 = H_2
Zur Explosion angew. Vol.	10.0	2.8 = Luft,
		in Procent:
Zusatzgemenge	90.0	11.9 = CO_2
Explosibles Gemisch	100.0	6.3 = CH_4
Nach erfolgter Explosion	69.0	81.8 = H_2
Nach Absorption der CO_2	68.3	

XXII. Versuch.

Flatus dieser Perinde vom 13. III.

		Resultat:
Angewandtes Volumen	90.4	8.8 = CO_2
Nach Absorption der CO_2	81.6	1.0 = CH_4
Nach Absorption des O_2	74.2	22.6 = H_2
Zur Explosion angew. Vol.	15.1	22.8 = fr. N.
Zusatzgemenge	76.3	35.2 = Luft.
		in Procent:
Explosibles Gemisch	91.4	27.1 = CO_2
Nach der Explosion	59.2	3.1 = CH_4
Nach Absorption der CO_2	59.0	69.8 = H_2

Die Versuche der folgenden Periode wurden von Herrn Dr. Schmidt ausgeführt, der die Liebenswürdigkeit hatte, mich während meiner Erkrankung zu vertreten. Ich führe nur die Resultate der Versuche an.

D. III. Periode der gemischten Kost (vom I. VII. bis 3. VII.) bestehend aus Fleisch, Fett, Semmel und reichlichen Hülsenfrüchten, Erbsen, dicken Bohnen, Linsen.

(Der Uebergangskot von anderer gemischter Nahrung vergohr in 3 Tagen sehr wenig = 38.1 und hatte folgende Zusammensetzung:

CO_2 = 4.7 19,5 = CH_4 H_2 = 3.8, N = 10.1)

XXIII. Versuch.

Flatus vom I. VII. ca. 150.0

Angewandtes Volumen 100.0.

Resultat:	in Procent:
25.4=CO_2	36.6=CO_2
7.1=Luft	1.0=CH_4
43.3=H_2	62.4=H_2
0.7=CH_4	
23.5=fr. N	

XXIV. Versuch.

Flatus vom 2. VII.

Angewandtes Volumen 80.0

Resultat:	in Procent:
21.8=CO_2	40.3=CO_2
2.2=CH_4	4.1=CH_4
30.1=H_2	55.6=H_2
16.9=fr. N.	
9.0=Luft	

XXV. Versuch.

Faeces vom 3. VII. 97, nach 48 Stunden waren circa 200 cbcm vergohren.

Angewandtes Volumen 100.0

Resultat:	in Procent:
66.2=CO_2	71.0=CO_2
6.2=Luft.	23.5=CH_4
0.6=fr. N.	5.5=H_2
21.9=CH_4	
5.1=H_2	

Als Mittelwerte ergeben sich aus den Analysen dieser drei Perioden von gem. Nahrung (D. I. II. u. III.)

I. für d. Nachgährungsgase d. Faeces:	II. f. d. Flatus:
77.1 = CO_2	26.0 = CO_2
15.0 = CH_4	2.9 = CH_4
7.9 = H_2	71.1 = H_2

Betrachten wir die Resultate dieser drei Versuchsperioden D. I. II. u. III. genauer, so finden wir, dass bei der Ernährung mit gemischter Kost, bei der der Hauptanteil auf Kohlehydrate wie Reis, Semmel, grünes Gemüse, Hülsenfrüchte entfiel, die Nachgährungsgase ein starkes Ueberwiegen der Kohlensäure erkennen lassen, womit eine stärkere Säuerung der Faeces einhergeht. Im Verlaufe der Gährung tritt aber die CO_2-Menge zu Gunsten des Methan zurück. N ist sehr wenig nachweisbar.

In den Flatus ist Wasserstoff am reichlichsten vertreten. CH_4 tritt mehr zurück. CO_2 zeigt weniger Unterschiede im Vergleich zu den Flatus der vorhergehenden Perioden.

Die in Versuch XXa. entwickelten Gase enthielten weniger CH_4, mehr CO_2 als die Gase des Versuches XXb, welche sich aus denselben Faeces, nach längerem Stehenlassen im Brutschranke entwickelten.

Diese Erscheinung spricht ebenfalls dafür, dass das CO_2 liefernde Gährungsmaterial schneller zersetzt wird, als das CH_4 liefernde (cf Versuch XVII.)

E Künstliche Gährungsversuche.

In diesem Abschnitte werden die Ergebnisse einiger Untersuchungen angeführt, welche über die Betheiligung der einzelnen Nahrungsmittel an der Zusammensetzung der Darmgase einigen Aufschluss geben sollen.

XXVI. Versuch.

Fleisch-Faeces (cf. oben A; III. Periode) vom 23. IV. 97 wurden, nachdem sie nur ca. 30 cbcm Nachgährungsgase geliefert hatten, mit sterilem 1% Peptonwasser versetzt; es stellte sich sofort eine lebhafte Gährung ein, welche ca. 150 cbcm Gase lieferte. Dieselben enthielten viel SH_4.

		Resultat:
Angewandtes Volumen	70.1	22.5 = CO_2
Nach Absorption der CO_2	47.6	31.8 = CH_4
Nach Absorption des O_2	46.8	1.4 = H_2
Zur Explosion angew. Vol.	10.0	10.6 = freier N.
Zusatzgemenge	75.0	3.8 = Luft.
		in Procenten:
Explosibles Gemisch	85.0	40.4 = CO_2
Nach d. Explosion	71.0	57.1 = CH_4
Nach Absorption d. CO_2	64.2	2.5 = H_2

XXVII. Versuch.

Dieselben Faeces werden hierauf, nachdem die Peptonlösung zum grössten Teil abgegossen, mit einer sehr verd. sterilen Stärkelösung versetzt; es trat eine sehr starke und schnelle Vergährung ein (ca. 300 cbcm.)

Angewandtes Volumen: 98.2

Resultat:	in Procent:
CO_2 = 50.6	53.0 = CO_2
CH_4 = 33.2	34.7 = CH_4
H_2 = 11.8	12.3 = H_2
Luft = 2.6	

XXVIII. Versuch.

Fleischmilchkot (cf. B. I. Periode) wurde nachdem spontan nach 28 Stunden nichts vergohren, mit 1% Peptonwasser versetzt.

Es vergohren ca. 50 cbcm. in 2 Tagen. In Folge von Unvorsichtigkeit traten ca. 20 cbcm Luft zu den Gasen hinzu.

		Resultat:
Angewandtes Volumen	65.1	13.0=CO_2
Nach Absorption der CO_2	52.1	19.3=CH_4
Nach Absorption des O_2	47.4	8.8=H_2
Zur Explosion angew. Vol.	14.1	22.4=Luft
Zusatzgemenge	92.4	1.6=fr. N.
		in Procent:
Explosibles Gemisch	106.5	31.7=CO_2
Nach der Explosion	74.8	46.9=CH_4
Nach Absorption d. CO_2	69.1	21.4=H_2

XXIX. Versuch.

Dieselben Faeces wurden nach Ablauf der vorhergehenden Gährung mit verd. Stärkelösung versetzt. Es vergohr sehr viel.

		Resultat:
Angewandtes Volumen	86.6	34.6=CO_2
Nach Absorption der CO^2	52.0	19.2=CH_4
Nach Absorption des O^2	50.8	26.4=H^2
Zur Explosion gebr. Vol.	9.3	0.7=fr. N
Zusatzgemenge	86.2	5,7 =Luft.
		in Procent
Explosibles Gemisch	95.5	CO_2=43.2
Nach der Explosion	66.1	CH_4=24.0
Nach Absorption der CO_2	62.6	H_2=32.8

Als Mittelwerte ergeben sich in Procenten:

I. für Peptonwassergährung:	II. für Stärkegährung:
$36.1 = CO_2$	$CO_2 = 48.4$
$52.0 = CH_4$	$CH_4 = 29.4$
$11.9 = H_2$	$H_2 = 2\ .5$

Aus diesen Versuchen über die Beteiligung der einzelnen Nahrungsmittel an der Gasbildung geht hervor, dass die 1%ige Peptonwasserlösung viel CH_4 weniger CO_2 bei der künstlichen Vergährung entwickelt. Dass nicht nur Cellulose- oder Pflanzenrohfaser-Gährung, sondern auch Eiweiss allein das Material zur CH_4-Bildung im Darme der Omnivoren abgiebt, hat Tappeiner[1]) darzuthun sich verschiedentlich bemüht. Es darf uns also die reichliche CH_4-Entwicklung bei Peptonwasser-Gährung ebensowenig Wunder nehmen, wie der auffallend starke CH_4-Gehalt, der sich bei reiner Fleischnahrung in den Nachgährungsgasen der Faeces vorfand. Hier war das Gährungsmaterial offenbar der Eiweiss-Rest der Faeces.

Dagegen vergohr die Stärkelösung viel mehr CO_2 und weniger CH_4. Hieraus würde sich der hohe CO_2-Gehalt der Nachgährungsgase nach reichlicher Zufuhr von Kohlehydraten erklären. Doch ist die Anzahl dieser Versuche noch zu gering, als dass sich ein sicheres Resultat aus ihnen ableiten liesse.

Es folgt nun noch eine übersichtliche Zusammenstellung der ermittelten Resultate nebst kritischer Schlussbetrachtung.

1) Tappeiner Vergleichende Untersuchungen der Darmgase Zeitschrift für phys. Chemie, Bd 6 Vergl. auch H. Tappeiner, Ueber Cellulosegährung.

A. Fleisch-Fett-Diät:

I. Faeces-Nachgährungen.	II. Flatus.
21.5 = CO_2	34.2 = CO_2
51.9 = CH_2	13.0 = CH_4
26.6 = H_4	52.8 = H_2

B. Fleisch-Fett mit wenig, leicht assimilierbaren Kohlehydraten:

I. Faeces-Nachgährungen.	II. Flatus.
24.4 = CO_2	19.9 = CO_2
65.5 = CH_4	14.1 = CH_4
10.1 = H_2	66.0 = H_2

C. Fleisch-Fett mit reichlicher Kohlehydratzulage:

I. Faeces-Nachgährungen.	II. Flatus.
34.7 = CO_2	22.6 = CO_2
47.1 = CH_4	7.7 = CH_4
18.2 = H_2	69.7 = H_2

D. Gemischte Nahrung:
(Fleisch-Fett, Reis, Semmel, Hülsenfrüchte).

I. Faeces-Nachgährungen.	II. Flatus.
77.1 = CO_2	26.0 = CO_2
15.0 = CH_4	2.9 = CH_4
7.9 = H_2	71.1 = H_2

Werfen wir noch einen kurzen Rückblick auf die für die Zusammensetzung der Flatus einerseits, der Faeces-Nachgährungen andererseits gefundenen Werte, so wird uns 1. zunächst klar, dass Flatus und Nachgährungsgase der Faeces qualitativ übereinstimmen können, wofern nur gleichzeitig alle Bestandteile CO_2, CH_4, H_2 und N nebst Spuren von SH_2 vertreten sind, was nicht immer der Fall zu sein braucht.

Ruge sowohl wie Planer behaupten hingegen beide, dass bei Nachgährungsversuchen mit Dickdarm-

Faeces nur CO_2, N, und SH_2 sich bilde. Planer giebt freilich zu, ausser CO_2, N und SH_2, spurenweise CH_4 u. H_2 gefunden zu haben.

Bei dem Nachgährungsversuche, den Ruge mit frisch entleerten menschlichen Faeces bei gemischter Ernährung der Versuchsperson anstellte, hatte sich nur CO_2, N u. SH_2 entwickelt; dies veranlasste Ruge zu dem Schlusse, dass die Nachgährungsgase der Faeces und die Flatus, als deren Bestandteile er CO_2 CH_4, H_2 N u. SH_2 nachwies, nicht die gleiche qualitative Zusammensetzung besässen.

Dagegen geht aus meinen Analysen deutlich hervor, dass die Nachgährungsgase der Faecal-Stoffe ausser CO_2 N, und Spuren von SH_2 sehr beträchtliche Mengen von CH_4 u. etwas H_2 enthalten.

2. Trotz qualitativer Uebereinstimmung, wiesen Flatus und Nachgährungsgase erhebliche Unterschiede in der „quantitativen" Zusammensetzung auf.

Die Nachgährungen der Faeces waren regelmässig CH_4 reich, die Flatus meist arm an CH_4. Dafür war in den Flatus hauptsächlich H_2 vertreten, CH_4 aber weniger vorhanden, was sich bei der Verpuffung äusserlich durch die farblos bleibende Explosionsflamme bemerklich machte, wohingegen die Explosionsflamme der einen hohen CH_4-Gehalt aufweisenden Nachgährungsgase aufleuchtete.

3. Was den Einfluss der Nahrung auf die untersuchten Gase angeht, so war in den Nachgährungsgasen der CO_2-Gehalt um so grösser, je mehr Kohlehydrate in der Nahrung gegeben wurden. (24, 4—77, 1%)

Mit der Vermehrung der CO_2 bei reichlicher Gabe von Kohlehydraten ging eine Verminderung des CH_4-Gehaltes der Nachgährungsgase Hand in Hand 65. 5%—15. 0%.

Der H^0-Gehalt der Nachgährunggäse war bei allen Diätformen gering.

Bei reiner Fleischkost fand sich eine nicht unbeträchtliche Menge von Stickstoff in den Nachgährungsgasen, die nicht als Luftbeimengung erklärbar war, und möglicherweise entwickelt wurde; bei reichlicher Kohlehydrat-Nahrung fand sich weniger N.

Bei den Flatus hingegen wird die CO_2-Ausscheidung nach reichlicher Kohlehydratbeigabe nicht vermehrt, wohl aber der H_2 (52.8—71.1% H_2).

Während ferner bei reichlichem Zusatz von Kohlehydraten zur Nahrung der CO_2-Gehalt der Flatus annähernd gleich bleibt, scheint der CH_4-Gehalt zu sinken. (14.1—3%)

Der N-Gehalt der Flatus ist bei Fleisch-Kost sehr hoch, bei Kohlehydrat-Nahrung viel geringer. SH_2 war in den Flatus meist nicht nachweisbar, dagegen in den Nachgährungsgasen in der Regel vorhanden.

4. Zum Vergleiche führe ich noch die Flatus-Analysen von Ruge an nach Abzug des N:

1. Fleischnahrung:	2. Leguminosen.	3. Milchnahrung
CO_2=25.2	CO_2=43.0	CO_2=27.3
CH_4=69.2	CH_4=55.3	CH_4= 1.5
H_2= 5.6	H_2= 1.7	H_2=71.2

Zunächst fällt der hohe CH_4-Gehalt der Flatus den Resultaten meiner Analysen gegenüber auf; ausgenommen ist die Zusammensetzung der Flatus bei Milchnahrung, wo sich reichlich H_2 und wenig CH_4 fand.

Ruge's Flatus-Analysen (1 u. 2) stimmen aber augenscheinlich mit meinen Analysen der Nachgährungsgase der Faeces bei reiner Fleischnahrung oder auch bei Fleisch mit wenig leicht assimilierbaren Kohlehydraten überein; die von demselben Autor bei Leguminosen-Nahrung gewonnenen Flatus zeigen freilich nicht dieselbe entschiedene Steigerung der CO_2-Menge, und entsprechende

Verringerung des CH_4-gehaltes, als die von uns bei gemischter Kost mit sehr reichlicher Beigabe von Hülsenfrüchten und anderen Kohlehydraten untersuchten Nachgährungsgase.

a) Würde man also Ruge's analytische Resultate der Flatus bei Fleisch- und Leguminosen-Nahrung mit den Ergebnissen meiner Untersuchung der Nachgährungsgase in Parallele stellen, so würde überhaupt kein nennenswerter Unterschied zwischen Flatus und entsprechenden Nachgährungsgasen bestehen. Beide wären identisch. [Da reiner Milchkot nicht vergährt, so konnte zwischen ihm und den Flatus bei Milchnahrung kein Vergleich angestellt werden.]

Nun fand sich aber bei meiner Analyse, wie wir gesehen, stets wenig CH_4, und viel H_2 in den Flatus, während das Umgekehrte bei den Nachgährungsgasen der Fall war. Wie soll man sich diese Verschiedenheit erklären?

b) Sind die Flatus durch Diffusion ins Blut modificierte Gährungsgase der Faecalien?

Dass brennbare Gase aus dem Darme ins Blut diffundieren und in der Expirationsluft der Lunge wieder erscheinen ist durch zahlreiche Untersuchungen festgestellt[1]).

Vor Allem waren es Regnault und Reiset[2]) welche bei Tieren, besonders bei grösseren Nutztieren (Herbivoren), CH_4 in der Expirationsluft nachwiesen und in wenigen Fällen auch H_2. Ebenso gelang es Cola-

1) Vgl. Bruno Tacke, Ueber die Bedeutung der brennbaren Gase im thier. Organismus. Dissertat. Berlin 1884

2) Regnault u. Reiset. Ann d. chem. et phys. (3) XXVI. 1849 und Reiset, Ann. de chem. et phys. (3) LXIX 129. Pl. II—VI 1863.

santi[1]), sowie Seegen und Nowak[2]) brennbare Gase in der Expirationsluft nachzuweisen.

Entwickelt man ferner künstlich CO_2 im Magen, so werden deshalb die Flatus nicht CO_2 reicher.

Auch ist es eine jedermann bekannte Thatsache, dass man durch den Willen den Abgang von Flatus unterdrücken kann; diese müssen dann doch, wie wir uns vorstellen, durch Diffusion ins Blut verschwunden sein. Planer wies ja auch thatsächlich Darmgase im Blute nach. (loc. cit.)

Alles dieses zusammengenommen, könnte man sich denken, dass von den Gährungsgasen der Dickdarm-Faeces CH_4 und CO_2 ins Blut diffundiert seien, und in den Respirationsorganen ausgeschieden würden, sodass als Folgeerscheinung der im Darme in grösserer Menge zurückbleibende H_2 in den Flatus praevalierte.

c) Zur Beantwortung dieser Frage bedürfte es noch besonderer Versuche nach verschiedener Richtung hin, bei welchen die Ausscheidungsgrösse der Darmgase durch die Exspiration, die Diffusionsverhältnisse derselben vor allem auch die vom Magen und Dünndarme her etwa in den Dickdarm übertretenden Gase berücksichtigt würden; denn schon Planer machte es durch seine Versuche wahrscheinlich, dass der Dünndarm hauptsächlich der Ort der H_2- und CO_2-Bildung sei, und es ist daher nicht ausgeschlossen, dass der reichliche H_2-Gehalt der Flatus zum Theil oder ganz von Dünndarmgährungen herrührt.

---

1) Colasanti: Pflügers Archiv für die ges. Physiol. Bd. XIV, S. 92 u. 122.

2) Seegen u. Nowak: Sitzungsber. d. Wiener Acad. math.-naturw. Cl. (3) LXXI. S. 329. 1875.

Zum Schlusse sage Herrn Privatdocent Dr. Schmid für die Anregung zu diesen Versuchen und für die wohlwollende Anleitung und Unterstützung, welche derselbe mir zu Teil werden liess, sowie Herrn Professor Dr. Schultze für die gütige Durchsicht dieser Arbeit meinen aufrichtigen Dank.

Vita

Als ältester Sohn des Rentners Johann Königs und der Elise Königs[1] geb. Biesenbach wurde ich am 9. Mai 1873 in Siegburg an der Sieg geboren. Meine erste Ausbildung erhielt ich in der Vorschule des Kgl. Gymnasiums zu Siegburg; in die Sexta des letzteren wurde ich nach dreijähriger Vorbildung aufgenommen und Ostern 1892 aus demselben mit dem Zeugnis der Reife entlassen, um mich dem Studium der Theologie und Philosophie zu widmen. Das erste academische Semester verbrachte ich in Bonn mit dem Studium von Philosophie und Kirchengeschichte. Im folgenden Wintersemester studierte ich im Collegium Germanicum und an der Universitas Gregoriana zu Rom Philosophie und Rhetorik, kehrte jedoch Ostern 1893 nach Deutschland zurück und begann mein medizinisches Studium in München. Nach vier Semestern bestand ich daselbst am 2. Mai 1895 die ärztliche Vorprüfung. Das erste klinische Semester blieb ich noch in München, siedelte aber im folgenden Semester 1895/96 nach Berlin über.

Hier beschäftigte ich mich nebenbei in der Gerhardt'schen Klinik und in der Chirurgischen Klinik v. Bergmanns je 2 Monate als Ammanuense.

Im Winter 1896/97 setzte ich alsdann meine klinischen Studien in Bonn fort und bestand am 25. Juni 1897 das Examen rigorosum.

Meine medizinischen Lehrer waren die Herren Professoren und Dozenten:

In München: v. Baeyer, Bauer, Bollinger, Giessenhagen, Goebel, Hertwig, v. Kupffer, May, Mollier, Moritz, Pauly, Rüdinger, † Tappeiner, v. Voit, Ziegler, v. Ziemssen.

In Berlin: v. Bergmann. Burchardt, Gerhardt, Grawitz, Gusserow, Heubner, Heymann, Klemperer, Liebreich.

In Bonn: Bohland, Doutrelepont, Eichler, Finkler, Fritsch, Koester, Kruse, Leo, Pelmann, Rieder, Saemisch. Schede, Schmidt, Schultze, Ungar, Walb, Witzel.

Allen diesen hochgeehrten Herrn meinen besten Dank.